

Áreas de Preservação Permanente e recursos hídricos: diagnóstico e análise da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá, oeste paulista – Brasil

Permanent Preservation Areas and water resources: diagnosis and analysis of land cover and use in the Ribeirão Caiuá watershed, western São Paulo – Brazil

Ricardo dos Santos^I , Bruno Augusto de Rezende^{II} 

^I Universidade Estadual Paulista^{ROR}, São Paulo, SP, Brasil

^{II} Faculdade Venda Nova do Imigrante, Caratinga, MG, Brasil

RESUMO

No Brasil, identifica-se um crescente número de bacias hidrográficas que se apresentam degradadas com perdas notáveis de recursos hídricos superficiais, em decorrência da ausência de Áreas de Preservação Permanente (APP) em toda sua extensão, ocasionando processos erosivos, assoreamentos e poluição, desencadeando diversos desequilíbrios ambientais. É a partir dessa conjuntura que se insere esta pesquisa que teve como objetivo principal, analisar os conflitos entre cobertura e uso da terra e as APP na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá e os possíveis impactos relacionados à gestão dos recursos hídricos. Para concretização desta pesquisa, foi realizada revisão bibliográfica sobre o tema, elaboração de mapas com uso de técnicas do geoprocessamento, além de obtenção de dados sociais e ambientais e trabalho de campo. Os resultados apontaram alguns conflitos de uso da terra em áreas da bacia destinadas às APP, que apresentam utilização inadequada, agravada pela insuficiente presença de cobertura vegetal, especialmente nas nascentes. Como propostas de intervenção, recomendou-se uma ação conjunta entre os municípios pertencentes à bacia e o comitê de bacia hidrográfica, a fim de implementarem estratégias possíveis e viáveis, com recomposição e ampliação de espaços de vegetação natural, recuperação de áreas possivelmente degradadas, associado à conscientização da população em geral e dos proprietários rurais, sob o risco de escassez de água superficial e subsuperficial, podendo comprometer a qualidade de vida de toda a sociedade. Assim, são indicados estudos mais específicos na área, a fim de embasar ações pontuais.

Palavras-chave: : Áreas de Preservação Permanente (APP); Recursos hídricos; Cobertura e uso da terra; Bacia hidrográfica; Geoprocessamento

ABSTRACT

In Brazil, a growing number of watersheds are identified that are degraded with notable losses of surface water resources, due to the absence of Permanent Preservation Areas (APP) in all their extension, causing erosion processes, silting and pollution, triggering various environmental imbalances. It is from this context that this research is inserted, whose main objective was to analyze the conflicts between land cover and use and the APP in the Caiuá river basin and the possible impacts related to the management of water resources. To carry out this research, a bibliographical review was carried out on the subject, maps were prepared using geoprocessing techniques, in addition to obtaining social and environmental data and fieldwork. The results pointed to some land use conflicts in areas of the basin destined for the APP, which present inadequate use, aggravated by the insufficient presence of vegetation cover, especially in the springs. As intervention proposals, a joint action between the municipalities belonging to the basin and the hydrographic basin committee was recommended, in order to implement possible and viable strategies, with recomposition and expansion of spaces of natural vegetation, recovery of possibly degraded areas, associated with raising the awareness of the population in general and rural landowners, under the risk of scarcity of surface and subsurface water, which could compromise the quality of life of society as a whole. Thus, more specific studies in the area are indicated, in order to support specific actions.

Keywords: Permanent Preservation Areas (PPA); Water resources; Land cover and use; Hydrographic basin; Geoprocessing

1 INTRODUÇÃO

Ao apropriar-se do espaço geográfico de forma desordenada, a sociedade através de suas atividades tem provocado alterações significativas na cobertura e uso da terra descaracterizando-a, seja na área rural ou urbana. Esse cenário tem incidido diretamente sobre a dinâmica do ambiente provocando diversos desequilíbrios a partir da retirada da cobertura vegetal, especialmente nas proximidades dos cursos d'água.

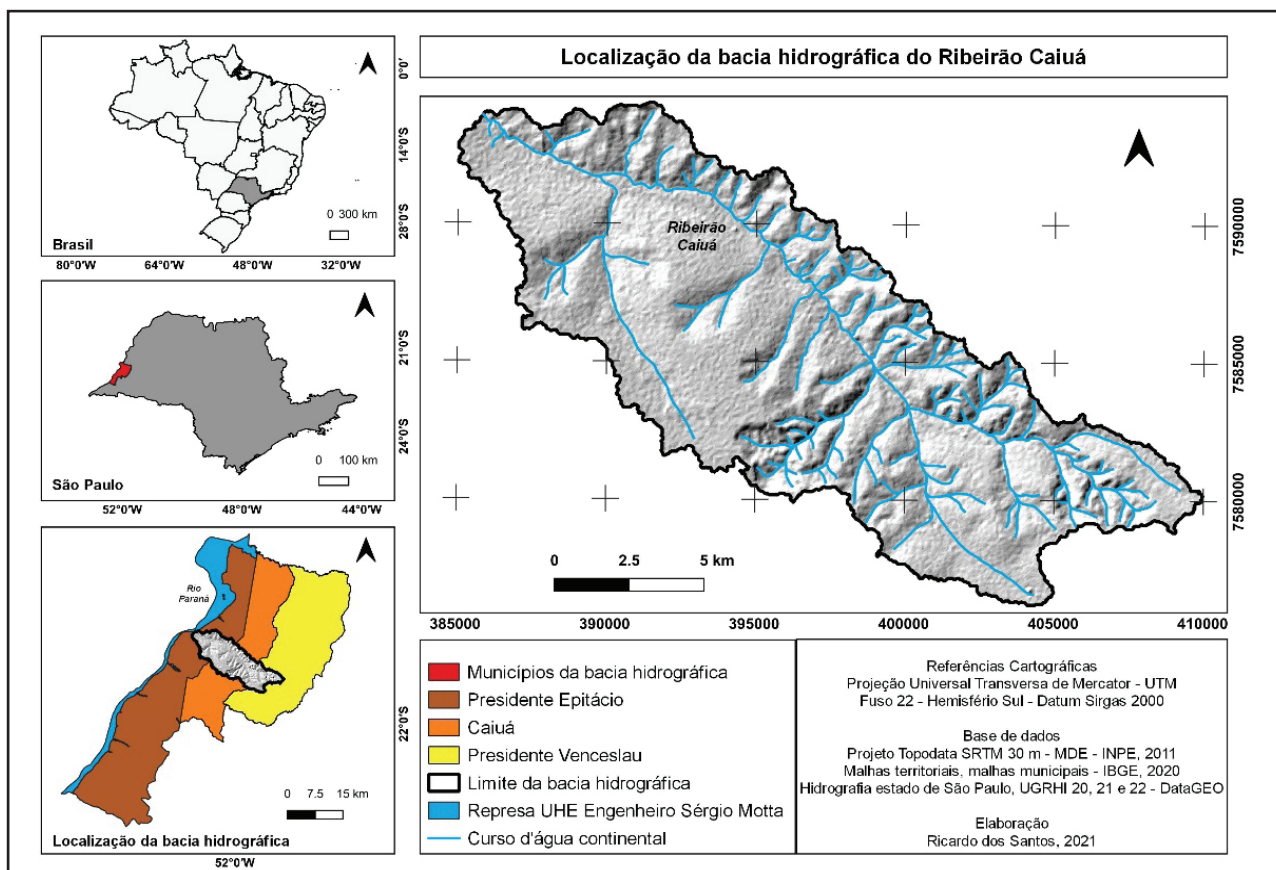
Como consequência destas ações, são notabilizados no país um crescente número de bacias hidrográficas que se apresentam degradadas com perdas notáveis de recursos hídricos superficiais qualitativamente e quantitativamente, em decorrência da ausência de Áreas de Preservação Permanente (APP), processos erosivos, assoreamentos e poluição (LOLLO; NEVES; ARANTES; LIMA; LORANDI, 2018). Aliado a estes aspectos, mencionam-se a ausência de adequado planejamento e gestão ambiental dos recursos naturais, particularmente dos recursos hídricos, com descumprimento da legislação ambiental pertinente que fixa minimamente a

necessidade de cobertura vegetal, particularmente em áreas vulneráveis, além de outros cuidados essenciais para a proteção dos mananciais.

É a partir deste contexto que se insere esta pesquisa, que visa analisar os conflitos entre cobertura e uso da terra e as Áreas de Preservação Permanente (APP) na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá e os possíveis impactos relacionados à gestão dos recursos hídricos. Como objetivos específicos, teve-se como metas diagnosticar a cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá; identificar os conflitos entre a cobertura e uso da terra e as APP na bacia e, propor intervenções para manutenção da qualidade e quantidade de recursos hídricos na bacia.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá, localizada no oeste do estado de São Paulo, Brasil, compreende três municípios: Presidente Venceslau, Caiuá e Presidente Epitácio. Suas nascentes localizam-se no município de Presidente Venceslau, percorrendo em sentido oeste, atravessando o município de Caiuá e afluindo no Rio Paraná, município de Presidente Epitácio (Figura 1).

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá



Dentre estes três municípios, o Ribeirão Caiuá atravessa parte da área urbana de Presidente Epitácio, um dos maiores municípios da região. Tanto na área rural como na área urbana, evidencia-se em alguns trechos, considerável degradação da dinâmica de sua bacia hidrográfica, decorrente de usos inadequados da terra. Devido à importância deste curso d'água e ausências de estudos especificamente referente a esta área, optou-se por selecioná-la para realizar a presente pesquisa.

A partir desse cenário, este trabalho pretende colaborar com um maior conhecimento desta bacia hidrográfica em sua região de abrangência, podendo vir a se constituir como uma contribuição para melhoria de suas condições ambientais e embasar futuros estudos acadêmicos e institucionais. Condições ambientais estáveis, mantêm níveis adequados de recursos hídricos, e, por conseguinte, proteção e conservação dos processos ecossistêmicos.

2 RECURSOS HÍDRICOS E BACIA HIDROGRÁFICA

A preocupação com a disponibilidade hídrica tem sido cada vez mais intensa em regiões brasileiras que antes apresentavam uma situação confortável quanto a sua disponibilidade, a exemplo das regiões sudeste e sul do país. Por esse motivo, cresce a relevância de estudos relacionados à gestão de recursos hídricos e, conseqüentemente, pesquisas envolvendo bacias hidrográficas e questões intrínsecas a ela como conflitos entre cobertura e uso da terra e as APP. Pesquisas dessa natureza podem contribuir com a sistematização de conhecimentos possibilitando embasar estratégias e intervenções para manutenção dos recursos hídricos necessários para diversos tipos de usos e para processos ecológicos, considerando que um pressupõe a existência do outro (PIROLI, 2016; LOLLO; NEVES; ARANTES; LIMA; LORANDI, 2018).

Nas últimas décadas do século XX e início do século XXI, com a intensa urbanização e industrialização, associados ao crescente desmatamento para ceder lugar à agricultura e à pecuária, entre outras atividades, várias bacias hidrográficas foram degradadas com usos indiscriminados de espaços irregulares. Conforme Mateo-Rodriguez, Silva e Leal (2011), as intervenções humanas nas bacias tem ocorrido em

grandes proporções, revelando uma concepção de domínio e controle da natureza por parte da sociedade, identificado através de efeitos e consequências negativas.

É fato que a gestão de recursos hídricos tem se tornado uma questão importante na agenda dos governos locais e nacionais, seja em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento (CEREZINI; HANAI, 2017). Apesar de vários estudos relacionados ao tema nos últimos anos, nota-se ainda que este se constitui um problema de difícil solução. Portanto, são necessárias pesquisas, especialmente daquelas bacias que ainda não foram objeto de investigação como a que se propõe neste estudo.

Vive-se na sociedade contemporânea uma relação contraditória com os recursos hídricos: de um lado, evidencia-se alagamentos e inundações e, de outro, escassez culminando em crise hídrica, muitas vezes nos mesmos lugares. Esses episódios denotam o quanto a sociedade necessita aprender a relacionar-se com os recursos hídricos e os demais recursos naturais de forma adequada (SANTOS, 2020). Entende-se que um dos caminhos, é conhecendo a dinâmica dos ambientes naturais e a natureza das intervenções nesses espaços, especialmente nas bacias hidrográficas.

Na região oeste do estado de São Paulo, essas condições são identificadas em maior parte da paisagem regional, sendo a expressão histórica da ocupação da área. Conhecida também como Pontal do Paranapanema, o oeste do estado de São Paulo onde localiza-se a bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá, caracterizou-se de acordo com Leite (1998), pela apropriação irregular de amplas terras públicas, acompanhada do desmatamento de imensas áreas de Mata Atlântica de interior que configurava a "Grande Reserva do Pontal".

Esse transcurso culminou numa região frágil às intervenções antrópicas identificadas pelos impactos ambientais, notadamente relativo às águas, solos e vegetação, além dos diversos conflitos pela posse da terra. Tais fatores podem significar perdas de produtividade da terra e de renda, refletindo na qualidade de vida da população (LEITE, 1998; LEAL, 2000).

No Brasil, foi a Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento

de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). A partir desta lei, ficou determinado que a bacia hidrográfica é a unidade básica para gestão dos recursos hídricos no país. Como desdobramento desse marco institucional, as legislações estaduais e municipais necessitaram esforçar-se para se adequar a esta normativa, originando diversos órgãos e instituições que passaram a tratar especificamente deste recurso natural e as diversas questões que o envolvem.

Como primeira unidade da federação a assumir a gestão dos recursos hídricos no país, o estado de São Paulo adotou como estratégia de organização, a divisão do seu território em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), cada qual contando com um comitê que abrange diversos municípios pertencentes a determinadas áreas. No caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá, esta pertence a UGRHI 22 – Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBH – PP), com sede em Presidente Prudente.

Para Christofolletti (1980, p.19), a bacia hidrográfica é entendida como “uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, funcionando como um sistema aberto, em que ocorre a entrada e saída de energia e matéria”. Assim, na perspectiva do autor, como um sistema aberto, a bacia hidrográfica é bastante susceptível às intervenções humanas, ocasionado em seu âmago, significativos desequilíbrios.

As bacias hidrográficas, entre outras definições, são consideradas um espaço adequado para o gerenciamento dos demais recursos naturais, por abarcar características físicas e biológicas. Normalmente, é definida por seus divisores de água onde as águas superficiais e subterrâneas delocam-se, até um córrego, rio ou reservatório (superficial ou subterrâneo), mediante canais que convergem a um curso d’ água maior, um receptáculo natural ou artificial de água, em um pântano ou diretamente em um oceano (PIROLI, 2016; DI MAURO; MAGESTE; LEMES, 2017).

Atualmente, estudos referentes aos recursos hídricos e seus processos consideram a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e gestão ambiental, preconizado por diversos pesquisadores e a legislação específica estadual e

brasileira. Assim, a bacia hidrográfica é caracterizada por encerrar uma complexidade de processos naturais peculiares, muitas vezes desconhecidos pela sociedade que nela atuam, intervindo inadequadamente, ocasionando inúmeros problemas ambientais. Este tem sido considerado um dos maiores problemas decorrentes da crise hídrica, presentes em muitos municípios do Brasil, podendo incidir diretamente nas economias locais e na qualidade de vida da população.

Diversos obstáculos são encontrados no contexto desse recorte geográfico natural, já que a gestão compartilhada dos recursos hídricos exige interfaces com a administração pública e demais instituições cuja divisão administrativa difere da bacia hidrográfica (PORTO; PORTO, 2008). Outros entraves podem ser mencionados como a necessidade de uma gestão ecossistêmica e integrada que incorpore a questão hidrosocial à gestão da água, além da urgência ao diálogo entre as diversas instituições e espaços atuantes em sua governança, de modo que essa construção tenha como base a gestão compartilhada e descentralizada, buscando a participação das diversas comunidades e saberes envolvidos, de forma a construir alternativas de gestão que beneficiem as diferentes realidades (CEREZINI; HANAI, 2017), superando interesse particulares.

3 AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA MANUTENÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A vegetação de modo geral, é determinante para a manutenção do equilíbrio ambiental, sendo responsável pela conservação da água e proteção do solo contra erosões favorecendo a infiltração das águas pluviais, recarga dos aquíferos, além de proteger as nascentes e se constituir em um ambiente adequado para a fauna e a flora. No Brasil, a vegetação ganhou notoriedade quanto à importância de sua preservação e conservação através da Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 que instituiu o Código Florestal no país (BRASIL, 1965) e introduziu o conceito de Áreas de Preservação Permanente (APP) na legislação do país, definindo-a e delimitando-a a partir de conhecimentos científicos.

Atualmente em vigor e menos rigorosa, a Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, capítulo I, Disposições Gerais, artigo 3º, inciso II, define as APP como:

Área de Preservação Permanente – APP - área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

No capítulo II – Das Áreas de Preservação Permanente, Seção I - Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente, artigo 4º, inciso I da referida lei, são estabelecidos os parâmetros e características que estabelecem padrões de proteção para essas áreas:

Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (BRASIL, 2012).

Apesar da lei ter atenuado significativamente as áreas de APP a partir do leito maior dos mananciais, estas continuam sendo primordiais para proteção das águas em qualidade e quantidade, repercutindo diretamente na manutenção dos ecossistemas e da vida. Para Santos e Hernandes (2013), a ausência de APP e o uso inadequado do solo podem provocar impactos ambientais tais como o assoreamento dos cursos d'água, ressaltando que a conservação destas favorece a qualidade das águas, servindo como agente regulador de vazão fluvial e, conseqüentemente, de cheias, na dispersão da energia erosiva das águas da chuva, local de refúgio e fonte de alimento e água.

Os conflitos entre o uso e a ocupação do solo e as APP demonstram a urgente necessidade de intervenções para recuperação em toda a bacia, com o propósito de garantir a quantidade e qualidade de água, necessária para o abastecimento público

de água e irrigação (REZENDE, 2020), além de outras atividades essenciais à vida. Dessa forma, estudos que enfatizam as relações entre cobertura e uso da terra e as APP e os conflitos dessa associação, podem resultar em conhecimentos integrados como subsídios para a adequada gestão de recursos hídricos, meio ambiente e uso do solo, de modo a oferecer aportes ao planejamento ambiental e a possíveis estratégias a serem definidas pelo poder público, comitês e agências de bacias hidrográficas.

4 DIAGNÓSTICO DA COBERTURA E USO DA TERRA COM APLICAÇÕES DO GEOPROCESSAMENTO

Comumente, os estudos envolvendo bacias hidrográficas inicialmente estiveram mais presentes em pesquisas empreendidas por uma abordagem de caráter natural. Entretanto, considerando o contexto atual, tem ficado cada vez mais evidente que a bacia hidrográfica, assim como qualquer outro recurso natural, deve considerar as relações sociais, políticas e econômicas (CUNHA; GUERRA, 2016), desvinculando-se de paradigmas que concebem a realidade de forma fragmentada (MOREIRA, 2006). Insere-se nesta questão, o importante papel que o geoprocessamento tem desempenhado, proporcionando estudos mais abrangentes, aliando geotecnologias com uso de outras técnicas e diversas áreas do conhecimento, integrando saberes de distintas ciências.

O geoprocessamento evoluiu a partir dos avanços da informática e dos Sistemas de Informação Geográficas (SIG), tendo se constituído nos últimos anos em um instrumento essencial para o desenvolvimento de trabalhos que requerem a espacialização de informações. Paulatinamente, seus produtos estão substituindo os mapas analógicos (FITZ, 2008), favorecendo a produção de conhecimentos mais efetivos frente às aceleradas transformações que ocorrem na sociedade.

Xavier da Silva (2009), destaca que:

[...] É notório que a classificação de ambientes segundo suas múltiplas características, o planejamento e a gestão de ambientes são campos técnico-científicos beneficiados pelo uso do Geoprocessamento [...] (XAVIER DA SILVA, 2009, p. 42).

O autor ainda ressalta que o conceito de geoprocessamento não pode ser confundido com todo o conjunto das geotecnologias, como o sensoriamento remoto, a Cartografia e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS), mas é bem mais amplo. Sobre esse aspecto, reitera que essa confusão é comum no meio acadêmico e científico.

As técnicas de sensoriamento remoto e do geoprocessamento podem se tornar ferramentas úteis e imprescindíveis na análise de indicadores ambientais, para a avaliação da dinâmica do uso e ocupação do solo, na gestão dos recursos hídricos, na delimitação das APP e identificação de conflitos de uso em bacias hidrográficas (SILVA; BUENO; ACERBI JÚNIOR; BORGES; CALEGÁRIO, 2017).

Nota-se, portanto, que o geoprocessamento pode contribuir significativamente em estudos de bacias hidrográficas, auxiliando no levantamento de dados sobre os recursos naturais, tornando-se um importante instrumento para viabilizar análises ambientais e consolidando bases para futuras tomadas de decisões. Através do geoprocessamento, é possível transformar dados em informações úteis, embasando diversos estudos como é o caso da proposta de diagnóstico da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá.

Comumente, os estudos envolvendo bacias hidrográficas inicialmente estiveram mais presentes em pesquisas empreendidas por uma abordagem de caráter natural. Entretanto, considerando o contexto atual, tem ficado cada vez mais evidente que a bacia hidrográfica, assim como qualquer outro recurso natural, deve considerar as relações sociais, políticas e econômicas (CUNHA; GUERRA, 2016), desvinculando-se de paradigmas que concebem a realidade de forma fragmentada (MOREIRA, 2006). Insere-se nesta questão, o importante papel que o geoprocessamento tem desempenhado, proporcionando estudos mais abrangentes, aliando geotecnologias com uso de outras técnicas e diversas áreas do conhecimento, integrando saberes de distintas ciências.

O geoprocessamento evoluiu a partir dos avanços da informática e dos Sistemas de Informação Geográficas (SIG), tendo se constituído nos últimos anos em um instrumento essencial para o desenvolvimento de trabalhos que requerem a espacialização de informações. Paulatinamente, seus produtos estão substituindo

os mapas analógicos (FITZ, 2008), favorecendo a produção de conhecimentos mais efetivos frente às aceleradas transformações que ocorrem na sociedade.

Xavier da Silva (2009), destaca que:

[...] É notório que a classificação de ambientes segundo suas múltiplas características, o planejamento e a gestão de ambientes são campos técnico-científicos beneficiados pelo uso do Geoprocessamento [...] (XAVIER DA SILVA, 2009, p. 42).

O autor ainda ressalta que o conceito de geoprocessamento não pode ser confundido com todo o conjunto das geotecnologias, como o sensoriamento remoto, a Cartografia e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS), mas é bem mais amplo. Sobre esse aspecto, reitera que essa confusão é comum no meio acadêmico e científico.

As técnicas de sensoriamento remoto e do geoprocessamento podem se tornar ferramentas úteis e imprescindíveis na análise de indicadores ambientais, para a avaliação da dinâmica do uso e ocupação do solo, na gestão dos recursos hídricos, na delimitação das APP e identificação de conflitos de uso em bacias hidrográficas (SILVA; BUENO; ACERBI JÚNIOR; BORGES; CALEGÁRIO, 2017).

Nota-se, portanto, que o geoprocessamento pode contribuir significativamente em estudos de bacias hidrográficas, auxiliando no levantamento de dados sobre os recursos naturais, tornando-se um importante instrumento para viabilizar análises ambientais e consolidando bases para futuras tomadas de decisões. Através do geoprocessamento, é possível transformar dados em informações úteis, embasando diversos estudos como é o caso da proposta de diagnóstico da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para efetivação da pesquisa, foram realizadas revisão bibliográfica priorizando temas como APP, recursos hídricos, bacia hidrográfica e geoprocessamento, considerando autores e pesquisas que embasassem o estudo. Foram também consultados, trabalhos que versam sobre conflitos entre cobertura e uso da terra em APP.

Buscou-se coletar dados sociais e ambientais relativos à bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá. Como não havia dados disponíveis da referida bacia, em escala de detalhe, optou-se em buscar em órgãos públicos, dados referentes aos municípios pertencentes à área de estudo como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do estado de São Paulo (Programa Município VerdeAzul). Os dados foram sistematizados e representados em tabelas para viabilizar as análises.

Para complementar os estudos, foi realizado trabalho de campo na área da bacia hidrográfica para melhor conhecimento de suas características, com registro fotográfico. O trabalho de campo mostrou-se fundamental para a realização de confirmações e correções nos mapas elaborados.

Todos os procedimentos que envolveram uso de técnicas do geoprocessamento, foram realizadas no *software* QGIS 3.10, de acesso livre e gratuito. Inicialmente, buscou-se gerar a bacia hidrográfica a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) extraídos do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), resolução espacial de 30 metros, gerados por Radar de Abertura Sintética (SAR). Para tanto, utilizou-se as imagens raster SRTM 21S525ZN e 22S525ZN (.tif) para extração do MDE, com aquisição em fevereiro de 2000, sistematizada e publicada em 2011 (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>), acessíveis através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) a partir do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - TOPODATA. Esta informação advém de uma reamostragem do produto na resolução espacial de 90 m.

Para a delimitação da bacia hidrográfica, foi compilado o mosaico das imagens *raster* (.tif) através da função *miscelânea - mesclar*. Em seguida, com o uso da ferramenta GRASS que apresenta interface com o QGIS, obteve-se mediante a função *r.water.outlet*, a direção de drenagem (*drainage*), as meias bacias (*half basin*) e o segmento de fluxo (*stream*) com a finalidade de identificar o exutório, ponto mais baixo do trecho do curso d'água principal, nesse caso, o Ribeirão Caiuá. Para exata identificação do exutório, foi usada a função *r.watershad* considerando a direção de drenagem, com tamanho mínimo do exterior da bacia o valor de 1000. Antes de executar a operação,

procedeu-se a conversão radiométrica - tipo de saída, selecionando a opção Int16. O relevo sombreado foi obtido seguindo o caminho - *raster - análise - sombreamento*.

O mapa de localização da bacia foi elaborado com o uso do MDE obtido, além de bases cartográficas do IBGE - Malhas municipais, malhas territoriais e DataGEO - Infraestrutura de dados espaciais ambientais do estado de São Paulo (IDEA - SP). Os últimos forneceram os limites dos municípios e a rede de drenagem.

Quanto ao mapa de cobertura e uso da terra, foram obtidas imagens de satélite Sentinel-2 MSI, disponível gratuitamente através da Agência Espacial Europeia *European Space Agency* (ESA), cenas do dia 27.05.2020 e 30.05.2020, (<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2>), em formato *raster* (.tif) correspondentes a área da bacia hidrográfica. Para junção das imagens, foi necessário gerar o mosaico das imagens. Posteriormente, a imagem Sentinel-2 (mosaico) foi associada às bandas R11G8B4 para composição colorida, adotando-se a nova ordem requerida no *Semi-Automatic Classification Plugin* (SPC) do QGIS, selecionado para a classificação semiautomática (R9G7B3) - classificação supervisionada, permitindo-se chegar a uma resolução espacial de até 20 metros.

A composição colorida escolhida baseou-se na melhor identificação dos alvos espectrais conforme as características da área e das classes de cobertura e uso da terra a serem identificadas (área urbanizada, lavoura, pastagem, silvicultura, vegetação florestal, vegetação campestre e área descoberta). A nomenclatura das classes, assim como as cores representativas no mapa, foi estabelecida de acordo com as indicações do Manual técnico de uso da terra do IBGE (2013). O processo de classificação da imagem ocorreu com o uso do algoritmo *Maximum Likelihood* (estimativa por máxima verossimilhança) a partir da coleta de amostras das diversas classes, com as correções necessárias. O resultado final foi adequado aos limites da bacia, convertendo o *raster* em formato vetorial (*shapefile*).

Em relação à elaboração do mapa de conflitos de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente (APP), utilizou-se função *buffer* do QGIS, considerando os parâmetros indicados na legislação ambiental quanto às recomendações de áreas

destinadas à preservação integral que varia conforme a largura dos cursos d'água, presença de nascentes e represas. Desse modo, para as nascentes adotou-se a medida de 50 metros e para o Ribeirão Caiuá e seus afluentes, 30 metros. Por fim, o mapa de cobertura e uso da terra foi sobreposto e recortado a partir do *buffer* obtido, para identificar possíveis conflitos de uso.

Todos os mapas produzidos, foram reprojatados para o sistema de coordenadas planas – *Universal Transversa de Mercator* (UTM), sistema Geodésico Sirgas 2000 em vigor no Brasil. Para fins de mapeamento, adotou-se a escala de trabalho de 1: 50.000. Conquanto, para apresentação no presente artigo, optou-se por mostrar a escala gráfica a fim de evitar possíveis distorções nas informações.

O mapa de cobertura e uso da terra e o mapa de conflitos de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente (APP) foram analisados, comparando-os com os dados sociais e ambientais obtidos, com apoio de gráficos e tabelas ilustrativos e complementares. Por fim, foram apresentadas algumas propostas de intervenção para manutenção da qualidade e quantidade de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá pertence a região hidrográfica do Paraná, tendo como afluente principal o Rio Paraná. Localizada no oeste do estado de São Paulo, compreende parte de três municípios de pequeno porte conforme já mencionado.

De modo geral, a economia predominante nesses municípios é o comércio, prestação de serviços e indústrias pequenas, com exceção de Caiuá. A pecuária extensiva ocupa vastas áreas destinada a pastagens, com preponderância de lavoura temporária. Apenas o município de Presidente Epitácio apresenta uma particularidade por ser uma Estância Turística que busca se consolidar nessa atividade. Conforme demonstrado na Tabela 1, observa-se algumas características da população desses municípios.

A Tabela 1 mostra que o município de Presidente Epitácio é mais populoso e o município de Caiuá com menor número de habitantes. Por conseguinte, Presidente Venceslau apresenta a maior densidade demográfica.

Tabela 1 – População e densidade demográfica dos municípios da bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá

| Município | População 2010 | População 2020 | Densidade demográfica (hab./km²) 2010 |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| Presidente Venceslau | 37.910 | 39.583 | 50,10 |
| Caiuá | 5.039 | 5.946 | 9,16 |
| Presidente Epitácio | 41.318 | 44.389 | 32,79 |

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo Demográfico 2010; Contagem da população 2020

Organização: Ricardo dos Santos

Com a finalidade de averiguar possíveis indicadores ambientais com foco nos recursos hídricos e a biodiversidade, foi consultado os dados resultantes do Programa Município VerdeAzul (PMVA). Iniciado a partir de 2008, o programa tem como meta fomentar o desenvolvimento sustentável na administração pública dos municípios, constituindo-se em um interessante parâmetro de análise ambiental municipal para as prefeituras que o aderirem. Os critérios contemplam em cada diretiva analisada “atitude”, “gestão” e “resultado”, devendo o município comprovar sua atuação mediante ações concretizadas e devidamente documentadas, que compõe anualmente uma nota e uma classificação no ranking estadual, demonstrando se o município atende aos parâmetros para a certificação “Município VerdeAzul”.

Entre as diretivas analisadas para a composição da avaliação do programa, mencionam-se Arborização Urbana (AU), Biodiversidade (BIO), Conselho Ambiental (CA), Esgoto Tratado (ET), Estrutura e Educação Ambiental (EEA), Gestão das Águas (GA), Município Sustentável (MS), Qualidade do Ar (QA) e Resíduos Sólidos (RS). Entretanto, para esta pesquisa, optou-se por realizar um comparativo entre os municípios pertencentes à bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá e o primeiro colocado no estado quanto à nota/ranking, para estabelecer um paralelo (Tabela 2). Em seguida, observou-se os quesitos Biodiversidade (BIO) e Gestão das Águas (GA), por serem parâmetros diretamente atrelados à temática dos recursos hídricos, preservação e conservação ambiental, contemplando o período de 2018 a 2020 (Tabela 3).

Tabela 2 – Avaliação geral nota/ranking municípios da bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá e primeiro colocado no estado - Programa Município VerdeAzul (PMVA) – 2018 a 2020

| Município | Nota/Ranking | | | | | |
|-----------------------|--------------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
| Presidente Venceslau | 8.61 | 423 | 7.59 | 495 | 8.27 | 444 |
| Caiuá | 12.04 | 325 | 10.23 | 379 | 10.21 | 338 |
| Presidente Epitácio | 36.51 | 211 | 53.33 | 168 | 10.93 | 304 |
| São José do Rio Preto | 96.00 | 1 | 97.00 | 1 | 96.61 | 1 |

Fonte: Programa Município VerdeAzul (PMVA) – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do estado de São Paulo

Organização: Ricardo dos Santos

A partir da observação dos resultados, nota-se uma classificação baixa na avaliação geral (nota/ranking) nos três municípios relacionados. Percebe-se ainda, uma significativa distância entre o primeiro colocado no estado, o município de São José do Rio Preto, e os municípios da bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá. No período considerado, denota-se pouca evolução nos dados identificados, sinalizando a necessidade de ações mais efetivas a serem empreendidas a médio e longo prazo tendo em vista melhorias duradouras quanto aos padrões ambientais avaliados.

Tabela 3 – Avaliação das diretivas Biodiversidade (BIO) e Gestão das Águas (GA) - Programa Município VerdeAzul (PMVA) – 2018 a 2020

| Município | Biodiversidade (BIO) | | | Gestão das Águas (GA) | | |
|----------------------|----------------------|------|------|-----------------------|------|------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Presidente Venceslau | 2.43 | 2.43 | 2.70 | 1.59 | 2.10 | 2.10 |
| Caiuá | 2.46 | 2.45 | 2.72 | 1.59 | 1.60 | 1.60 |
| Presidente Epitácio | 4.55 | 4.55 | 2.62 | 3.39 | 5.06 | 1.60 |

Fonte: Programa Município VerdeAzul (PMVA) – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do estado de São Paulo

Organização: Ricardo dos Santos

Com o intuito de verificar mais detalhadamente critérios atrelados às condições dos recursos hídricos e o estado ambiental que remete à presença de vegetação, buscou-se observar os resultados da avaliação das diretivas Biodiversidade (BIO) e Gestão das Águas (GA) provenientes do Programa Município VerdeAzul (PMVA). A partir dos resultados, nota-se uma avaliação baixa tanto nos quesitos Biodiversidade (BIO) como em Gestão das Águas (GA) conforme demonstrado na Tabela 3.

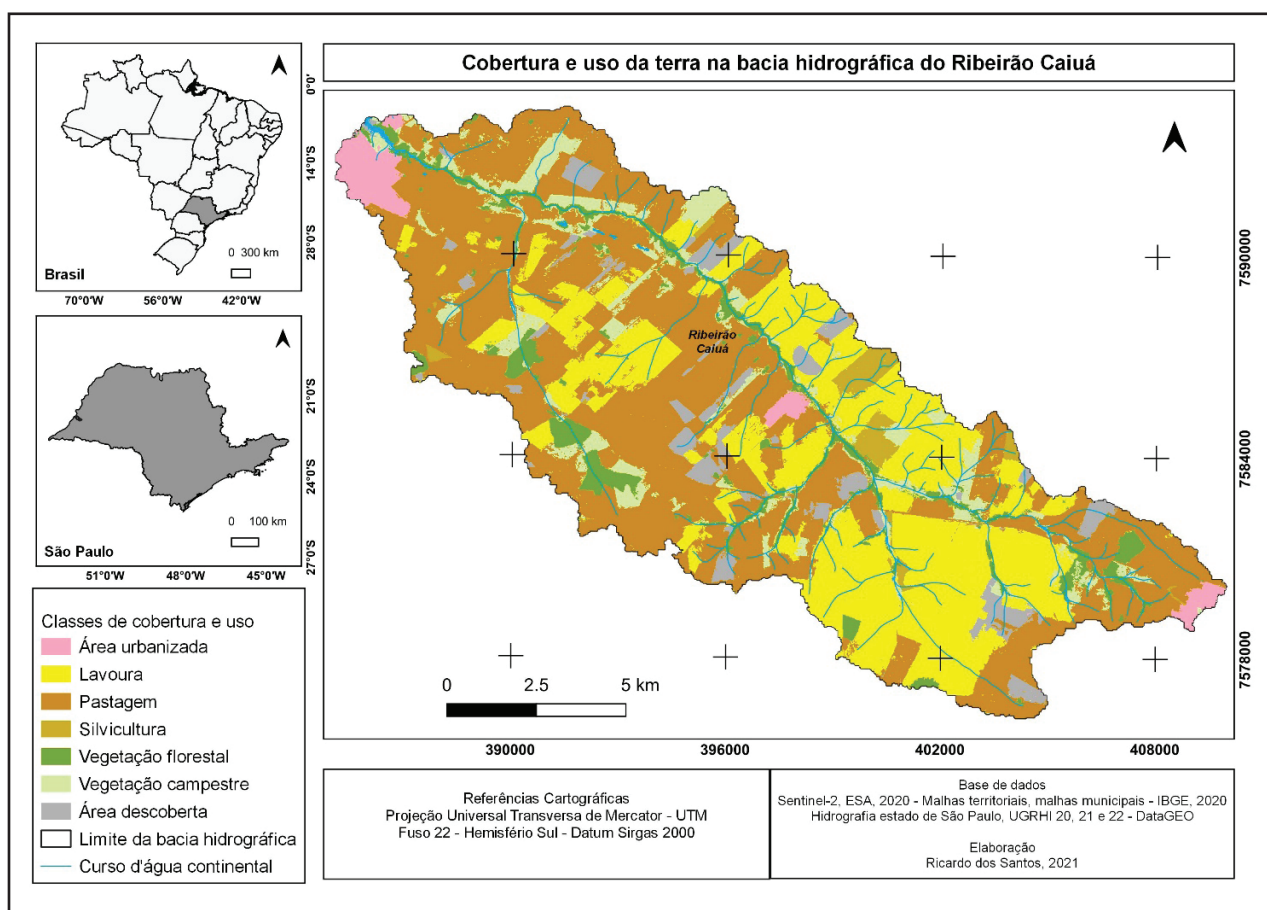
De forma geral, constata-se na Tabela 3 que os três municípios apresentam indicadores baixos. Presidente Venceslau e Caiuá demonstraram pequena evolução no quesito Biodiversidade (BIO), enquanto Presidente Epitácio apontou relativa queda. Quanto à avaliação da Gestão das Águas (GA), Presidente Venceslau e Caiuá indicaram pequena oscilação, com inexpressivo crescimento, enquanto Presidente Epitácio expressou uma queda significativa. Com esses indicadores, verifica-se a necessidade de estudos que contemplem aspectos que se relacionam com a biodiversidade, com destaque para vegetação, especialmente as APP, assim como a gestão de recursos hídricos.

Para detalhamento e aprofundamento da análise pretendida no estudo, foram elaborados os mapas de cobertura e uso da terra e de conflitos de uso da terra em APP da bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá (Figuras 2 e 3). O mapa de cobertura e uso da terra, favorecido pelos avanços das geotecnologias e técnicas de geoprocessamento, tem-se mostrado efetivo para favorecer o conhecimento do território, podendo subsidiar outros estudos para o adequado embasamento do planejamento e gestão ambiental, em diferentes níveis de abrangência e recortes espaciais.

Conforme os mapeamentos realizados, a bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá apresentou uma área total de 191.45 km², ocupando a maior parte de sua extensão no município de Caiuá. O padrão de drenagem é considerado dentrítico, caracterizado com desenvolvimento e aparência em forma de galhos de uma árvore, onde os cursos d'água confluem em ângulos agudos, expressando várias ramificações, típico de estruturas sedimentares horizontais, de acordo com Rossato, Bellanca, Fachinello, Candido, Silva e Suertegaray (2008).

Na Figura 2, nota-se as classes de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá. À noroeste, verifica-se parte da área urbanizada de Presidente Epitácio; no centro, a área urbanizada de Caiuá e à Sudeste, início da área urbanizada de Presidente Venceslau. Identifica-se na área um predomínio de pastagem, seguido de lavoura (temporária e permanente) e área descoberta. Trechos de fragmentos vegetais densos se mostraram incipientes, com maior evidência de vegetação campestre. Constatou-se poucas áreas de silvicultura. As APP foram evidenciadas mais nas proximidades do Ribeirão Caiuá em detrimento de seus afluentes e nascentes.

Figura 2 – Cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá



A Tabela 4 e o Gráfico 1 retratam a área (Km²) e percentual (%) das classes de cobertura e uso da terra, resultantes do mapeamento. A pastagem destaca-se com 91.20 Km² (47.69%), seguido da lavoura com 55.02 Km² (28.74%). Em menor expressão, identifica-se a vegetação campestre com 14.20 Km² (7.20%), a vegetação florestal com 11.64 Km² (6.08%); área descoberta com 9.80 Km² (5.12%), comumente destinada

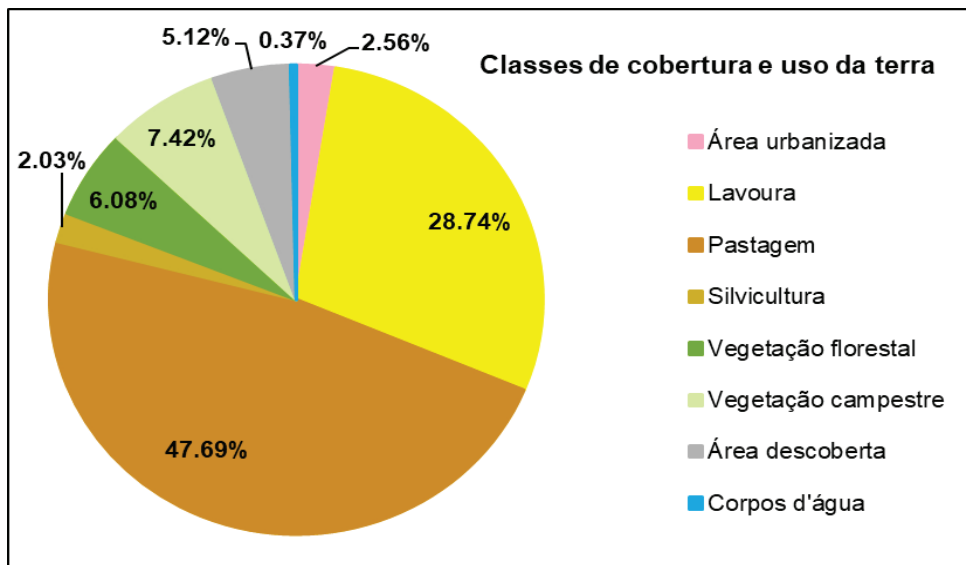
ao preparo para plantio de culturas; área urbanizada com 4.91 Km² (2.56%); silvicultura, predominantemente de eucaliptos com 3.88 Km² (2.03%) e, corpos d'água com 0.70 Km² (0.37%).

Tabela 4 - Classes de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá – área e percentual

| Classes de cobertura e uso | Área (Km²) | Percentual (%) |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Área urbanizada | 4.91 | 2.56 |
| Lavoura | 55.02 | 28.74 |
| Pastagem | 91.30 | 47.69 |
| Silvicultura | 3.88 | 2.03 |
| Vegetação florestal | 11.64 | 6.08 |
| Vegetação campestre | 14.20 | 7.42 |
| Área descoberta | 9.80 | 5.12 |
| Corpos d'água | 0.70 | 0.37 |
| Total | 191.45 | 100.00 |

Elaboração: Ricardo dos Santos

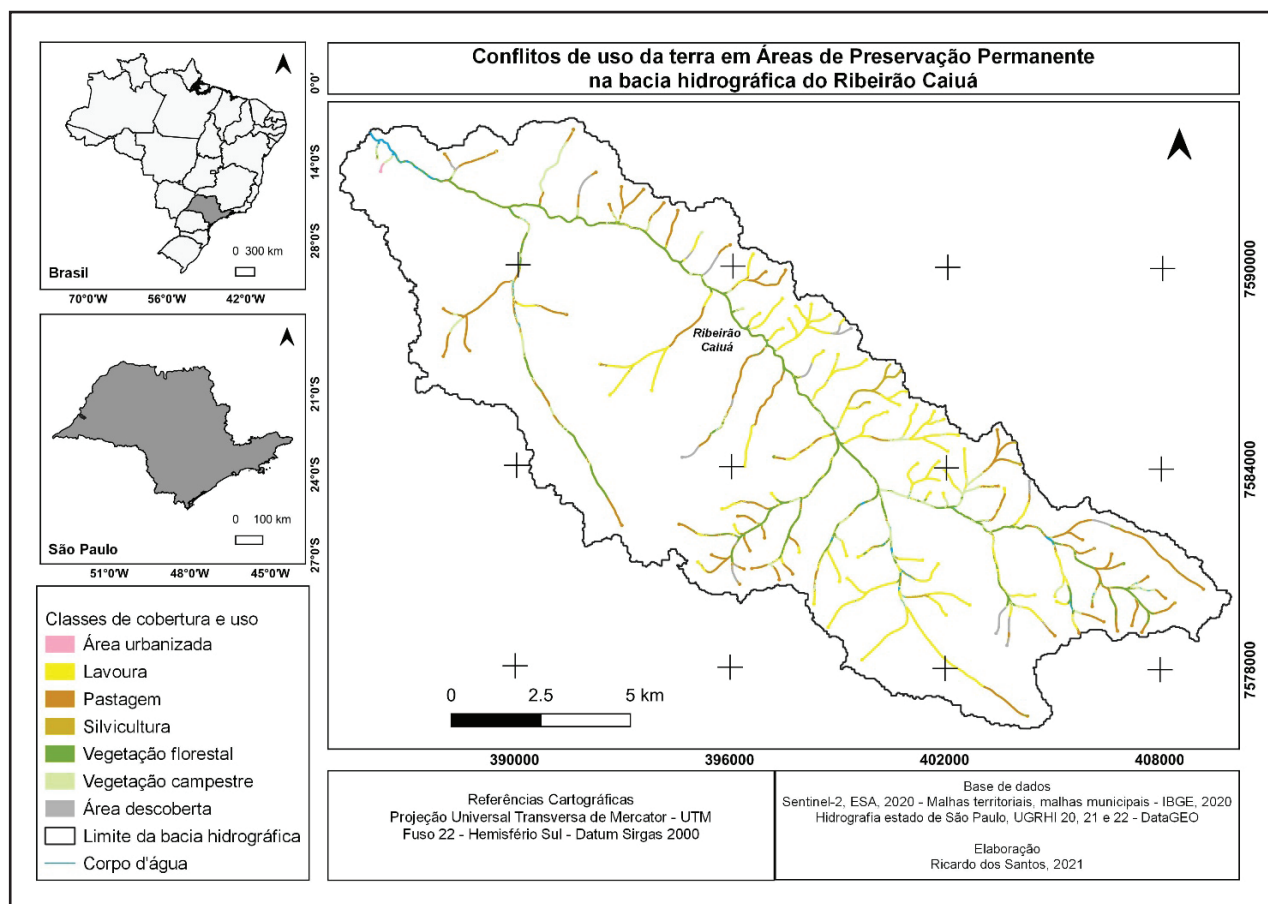
Gráfico 1 – Classes de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá



Elaboração: Ricardo dos Santos

A Figura 3 mostra os conflitos de uso da terra, particularmente em APP, destinadas exclusivamente à proteção integral. Verifica-se ocupações inadequadas e incompatíveis em vários locais, com destaque para os afluentes do Ribeirão Caiuá e as nascentes dos mananciais.

Figura 3 – Conflitos de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá



Os resultados apontaram que as lavouras ocupam 3.59 Km² (30.28%) de áreas destinadas a APP; pastagem 3.27 Km² (27.52%); área descoberta 0.54 Km² (4.53%) e, silvicultura 0.34 Km² (2.88%), perfazendo um total de 7.77 Km² (65.47%) de áreas em relação ao limite total da bacia hidrográfica que deveriam ser ocupadas por vegetação, sobretudo densa. Assim, pode-se afirmar que apenas 4.10 Km² (34.52%) cumprem efetivamente o que preconiza a legislação ambiental pertinente, considerando a vegetação florestal, vegetação campestre e corpos d'água.

Os dados podem ser verificados na Tabela 5 que apresenta em destaque as classes de uso compatíveis com as características dessa área, assim como o Gráfico 2.

Quanto aos corpos d'água, se faz necessário explicar que sua presença decorre da formação da represa da UHE Engenheiro Sérgio Motta, localizada no município de Rosana, estado de São Paulo, à jusante do Rio Paraná. Com o represamento de parte

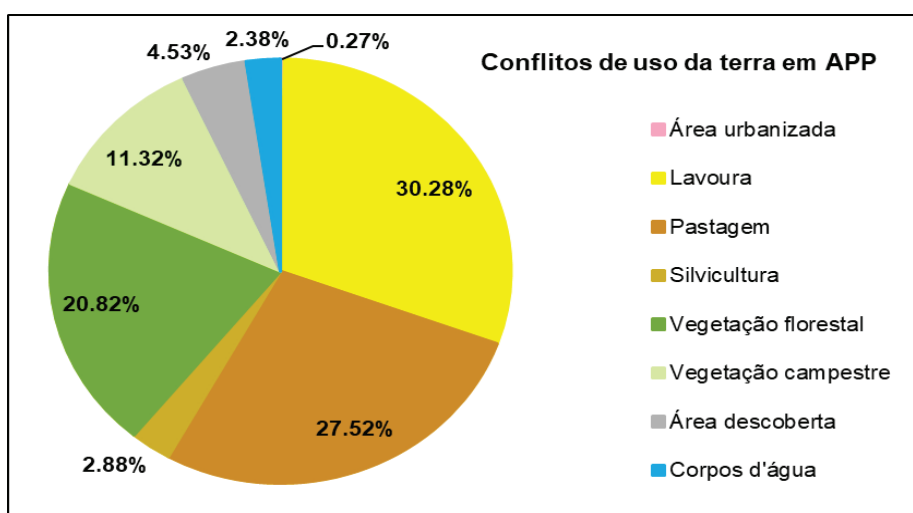
deste rio, vários de seus afluentes tiveram sua largura ampliada, com o surgimento de corpos d'água em lugares onde o freático localiza-se próximo à superfície, como foi o caso do Ribeirão Caiuá, sobretudo nas adjacências de Presidente Epitácio. Portanto, essas áreas foram incluídas nos trechos que configuram APP.

Tabela 5 - Conflitos de uso da terra em APP na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá – área e percentual

| Classes de cobertura e uso | Área (Km²) | Percentual (%) |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Área urbanizada | 0.03 | 0.27 |
| Lavoura | 3.59 | 30.28 |
| Pastagem | 3.27 | 27.52 |
| Silvicultura | 0.34 | 2.88 |
| Vegetação florestal | 2.47 | 20.82 |
| Vegetação campestre | 1.34 | 11.32 |
| Área descoberta | 0.54 | 4.53 |
| Corpo d'água | 0.28 | 2.38 |
| Total | 11.87 | 100.00 |

Elaboração: Ricardo dos Santos

Gráfico 2 – Conflitos de uso da terra em APP na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá



Elaboração: Ricardo dos Santos

Na sequência, observa-se nas figura 4 e 5, um trecho do Ribeirão Caiuá, próximo do seu exutório no Rio Paraná e uma área com ocupação irregular que compreende espaço de APP. Nesta última verifica-se afloramento de água superficial.

Figura 4 - Ribeirão Caiuá nas proximidades do seu exutório



Fonte: Trabalho de campo, o autor, 2020

Figura 5 - Ocupação irregular em APP próximo do ribeirão Caiuá



Fonte: Trabalho de campo, o autor, 2020

Em geral, a bacia hidrográfica do ribeirão Caiuá mostra-se com insuficiente quantidade de vegetação florestal, fundamental para a manutenção da qualidade e quantidade de recursos hídricos disponíveis na bacia, já que esta exerce um papel imprescindível na infiltração da água no solo, recarga dos aquíferos, além de evitar processos erosivos e assoreamentos que resultam em diminuição gradativa de disponibilidade de água superficial e, por conseguinte, de água subterrânea, além de comprometer os ecossistemas e a biodiversidade do ambiente que a envolve.

O estado ambiental de um curso d'água repercute diretamente em seus afluentes, transportando cargas de sedimentos, além de outras substâncias e resíduos, podendo afetar sua dinâmica. No caso da bacia em estudo, um fato que requer atenção urgente, além do mínimo cumprimento da legislação em vigor, é a proteção das nascentes, em grande parte desprovidas de vegetação e ocupadas por atividades antrópicas. Assim, cumpre aos gestores públicos e a sociedade local, desenvolver ações em conjunto para reverter a situação identificada, com perspectivas de agravamento do quadro analisado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou contribuir com um maior conhecimento da bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá em sua região de abrangência, podendo se constituir em aportes para tomada de decisão dos gestores públicos municipais e à sociedade em geral, compondo planos e projetos ambientais. A partir das análises realizadas, constatou-se alguns conflitos de uso da terra em espaços que deveriam ser destinados exclusivamente às APP. Tal situação é agravada pela insuficiente presença de cobertura vegetal densa, particularmente nas nascentes, fato que pode comprometer a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, necessitando, portanto, de propostas de intervenção impreterível.

O levantamento realizado e apresentado neste trabalho, confirmou os indicadores divulgados pelo Programa Município VerdeAzul (PMVA) da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do estado de São Paulo quanto à avaliação geral (nota/

ranking) e avaliação das diretivas Biodiversidade (BIO) e Gestão das Águas (GA) de 2018 a 2020, referente aos municípios que fazem parte da bacia estudada. Os baixos indicadores, assim como usos inadequados da terra, ausência de APP e de cobertura vegetal, ensejam intervenções prementes por parte das gestões públicas municipais, envolvendo a população local e o comitê de bacia hidrográfica.

Como propostas, recomenda-se uma ação conjunta entre os municípios pertencentes à área da bacia, com a finalidade de implementarem ações possíveis e viáveis, a exemplo de estratégias de recomposição e ampliação de espaços com vegetação natural, além de recuperação de áreas possivelmente degradadas. Assim, são indicados estudos mais específicos na área, a fim de embasar ações pontuais.

Mais do que cumprir o mínimo instituído pela legislação pertinente, são primordiais outras pesquisas que demonstrem particularidades da área no que se refere às fragilidades do ambiente local que podem sinalizar a necessidade de expandir a preservação de outras áreas. Os locais onde foram verificados a presença de vegetação campestre, seria importante considerar a formação de vegetação mais consistente. Ademais, a área de estudo requer intensificação da conscientização da população em geral dos três municípios, particularmente dos proprietários rurais nos quais interagem diretamente nos recursos naturais, já que os mesmos, podem ser prejudicados diretamente em futuro próximo com a escassez de água superficial e subsuperficial, em qualidade e quantidade, além de comprometer a qualidade de vida de toda a sociedade.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Pós-graduação Lato Sensu - Curso Especialização em Geoprocessamento Aplicado, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Campus Diamantina, pelo apoio ao desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o Novo Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771impressao.htm. Acesso em: 28 set. 2020.
- BRASIL. **Lei Federal Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei Nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei Nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 18 jun. 2020.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012** - Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória Nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei Nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm. Acesso em: 28 set. 2020.
- CEREZINI, M. T.; HANAI, F. Y. Gestão sustentável e integrada da água em bacias hidrográficas: 20 anos da lei das águas no Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 64, 2017, p. 1 – 10. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40924/21649>. Acesso em: 19 ago. 2021.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2016, cap. 7, p. 337-374.
- DI MAURO, C. A.; MAGESTE; J. G.; LEMES, E. M. As Bacias Hidrográficas como critério para o Planejamento Territorial. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 64, 2017, p. 472 - 482. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40959/21707>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- EUROPEAN SPACE AGENCY. **Sentinel Online**. Imagens Sentinel-2 MSI - cenas do dia 27.05.2020 e 30.05.2020. Disponível em: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2>. Acesso em: 12 dez. 2020.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ministério do Planejamento, orçamento e gestão. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013, 170 p. (Manuais técnicos em Geociências, 7).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas territoriais, malhas municipais**. IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais>. Acesso em: 10 nov. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **TOPODATA. Banco de Dados Geométricos do Brasil**. Imagens SRTM 21S525ZN e 22S525ZN. INPE, 2011. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 25 out. 2020.

LEAL, A. C. **Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo**. 2000. 299 f. Tese (Doutorado em Geociências – Área de concentração em Administração e Política de Recursos Minerais) – Instituto de Geociências – UNICAMP, Campinas.

LEITE, J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Hucitec, 1998. 202 p.

LOLLO, J. A. de; NEVES, M. de P.; ARANTES, L. T.; LIMA, C. G. R.; LORANDI, R. Mudanças de uso e cobertura da terra e degradação ambiental em bacias hidrográficas. *In*: AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. Pinê; BENINI, S. M. (org). **Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações**. Tupã: ANAP, 2018, p. 15 – 40.

MATEO-RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas. *In*: SILVA, E. V. da; MATEO-RODRIGUEZ, J. M.; MEIRELES A. J. de A. (org.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

MOREIRA, R. **Para onde vai o Pensamento Geográfico?** Por uma epistemologia crítica. São Paulo: Contexto, 2006. 192 p.

PORTO; M. F. do A.; PORTO, R. La L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, Instituto de Estudos Avançados da USP (IEA-USP), v. 22, n. 63, 2008. p. 43 - 60. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10292/11938>. Acesso em: 21 abr. 2022.

PIROLI, E. L. **Água: por uma nova relação**. Jundiaí: Paco Editorial, 2016. 144 p.

REZENDE, B. A de. **Proposição de indicadores para a gestão de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Córrego São Silvestre, Inhapim-MG**. 2020. 85f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA), Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Campus de Itabira, Minas Gerais.

ROSSATO, M. S.; BELLANCA, E. T.; FACHINELLO, A.; CANDIDO, L. A.; SILVA, C. R. da; SUERTEGARAY, D. M. A. (org.). **Terra: feições ilustradas**. 3. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2008. 263 p.

SANTOS, G. O.; HERNANDES, F. B. T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 60-68, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n1/v17n01a09.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

SANTOS, R dos. **Planejamento ambiental e ordenamento territorial: subsídios à gestão ambiental do município de Presidente Epitácio, estado de São Paulo, Brasil**. 2020. 372 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SILVA, M. de S.; BUENO, I. T.; ACERBI JÚNIOR, F. Weimar; BORGES, L. A. C.; CALEGÁRIO, N. Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestão de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia do Córrego dos Bois, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 33, 2017, p. 445 – 452. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v22n3/1809-4457-esa-22-03-00445.pdf>. Acesso em: 28 set. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Programa MunicípioVerdeAzul: ranking**. Disponível em: <https://verdeazuldigital.sp.gov.br/site/pontuacoes/>. Acesso em: 05 mai. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo – IDEA – SP. **Base territorial ambiental unificada**. DataGEO - Sistema Ambiental Paulista. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: 18 nov. 2020.

XAVIER DA SILVA, J. O que é geoprocessamento? **Revista do CREA-RJ**, Rio de Janeiro, outubro/novembro de 2009, p. 42-44.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

1 – Ricardo dos Santos

Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista e licenciado em Pedagogia pela Universidade Metropolitana de Santos Atualmente, atua como Pesquisador Visitante na Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação, Campus de Ourinhos e integra o Grupo de Pesquisa em Segurança Hídrica (GPSH) na mesma unidade.

<https://orcid.org/0000-0001-9650-8615>• ricasantos2000@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Escrita – primeira redação e edição

2 – Bruno Augusto de Rezende

Mestre profissional em Gestão e Recursos Hídricos pela Universidade Federal em Itaubá Atualmente é celestista Coordenador de Capacitação e Gestão de Serviços na Faculdade Venda Nova do Imigrante

<https://orcid.org/0000-0002-5345-6330>• rezende.amb@gmail.com

Contribuição: Escrita – revisão

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SANTOS, R. dos; REZENDE, B. A. de. Áreas de Preservação Permanente e recursos hídricos: diagnóstico e análise da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Caiuá, oeste paulista – Brasil. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 27, p. 1-27, e70537, 2023. DOI 10.5902/2236499440537. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236499470537>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.